

Las vigas del tablero llevan unos estribos que se enganchan en 126 péndolas de 0,032 de diámetro, que están suspendidas por medio de abrazaderas en forma de yugo á cada dos cables de los ocho (dos pares de cada lado) de que se compone el puente.

La flecha de cada par de cables en un mismo lado es distinta, pues en los superiores mide próximamente 6,50 y 7,00 en los inferiores.

Los cuatro cables de cada lado se reúnen para pasar en forma de madeja extendida sobre los rodillos de fundición que coronan los pilares; después vuelven á ligarse, formando los cuatro fiadores que cambian de dirección para enlazarse con los cuatro cables de amarra á los 17 metros próximamente del eje de los pilares.

El cambio de dirección de los fiadores se verifica por medio de otro rodillo igual al de los pilares, sobre el cual se extienden, como en aquél, los hilos de los cuatro cables en forma de madeja, para ligarse de nuevo y enlazarse con los de amarra, los cuales entran verticalmente en las chimeneas de amarra hasta las galerías, donde cada uno está sujeto con tres grandes pasadores de hierro forjado al macizo de fábrica, que contrarresta la tensión.

El puente colgado de Dueñas fué construido en 1845, bajo la dirección del distinguido Ingeniero de Caminos Excmo. Sr. don Andrés de Mendizábal, de quien es también el proyecto.

Hasta 1874, es decir, durante veintinueve años, estuvo entregado al municipio de Dueñas, y desde esa fecha se conserva por cuenta del Estado.

Según consta en los informes remitidos á la Superioridad, el puente demostraba entonces gran descuido en su conservación, y si bien los cables y lazos de amarra se hallaban en buen estado, á pesar de no conservarse secos los pozos de amarra, el tablero se hallaba en el último grado de deterioro, hasta el extremo de haberse sustituido viguetas por piezas rollizas y de no existir el sistema de viguetas longitudinales; así como de descansar directamente la tablazón sobre los traveseros ó por el intermedio de tramos de camaje ó pedazos de madera de pequeñas dimensiones. Por supuesto, la barandilla se hallaba completamente dislocada y aun deshecha en algunos sitios, de modo que era nula la rigidez que proporcionaba esta parte de la obra, tan importante en los puentes colgados.

La reparación que entonces se hizo costó 25.000 pesetas próximamente.

En Septiembre de 1883 un incendio devoró el tablero, y hoy existe el que se colocó en 1884.

VII CONGRESO INTERNACIONAL DE NAVEGACIÓN ⁽¹⁾

La instalación, en conjunto, es completamente moderna, y por sus dimensiones, única en la navegación interior; la puerta de aguas abajo, con su puente de suspensión, ha costado 77.034 florines (2), y la menor 60.217. Las esclusas han costado 771.000 florines (sin las puertas). Los gastos del nuevo canal se elevarán á 1.312.390 florines. Las obras se empezaron en 1895, estando concluidas las del canal y la esclusa, montándose las puertas, y en la primavera próxima podrá prestar servicio esta notable rectificación, con sus grandes puertas de una hoja.

Hay cinco informes que tratan de los medios de conseguir que sean impermeables el fondo y los taludes de un canal. El de Mr. Mathies se ocupa principalmente de

las precauciones que deben adoptarse para este objeto, al tiempo de construir la cubeta, estudiando en particular una sección que presentó dificultades en el canal de Dostmund á Ems, que atraviesa los valles de la Lippe y de Stever, con cotas en terraplén de 14 metros y en desmonte de 13. Es evidente que para sostener un terraplén con la cota citada, un canal de 30 á 32 metros de ancho en la línea de flotación y con profundidad de 3,50 á 4 metros, se necesita emplear tierras perfectamente apisonadas y recubiertas de una capa impermeable ajustada con gran esmero.

Como, á pesar de todo, un terraplén de esa altura tiene que experimentar bastante asiento, se impone que la capa impermeable tenga cierta flexibilidad, y esto sólo puede conseguirse haciéndola de arcilla, ó bien de una mezcla de arcilla y arena en convenientes proporciones. Para la consolidación del fondo del cuenco, tanto al hacer el terraplén, como en la tongada impermeable, lo más eficaz, según Mr. Mathies, es el empleo de caballos que pisquen repetidamente hasta obtener una compresión uniforme. Para las capas delgadas de arcilla recomienda las ovejas, que por su menor peso no las desagregan, consolidándolas lo suficiente.

Lo que no basta es la consolidación que lleva consigo el paso de los wagones ni de las locomotoras, aun cuando las tongadas sean solo de sesenta ó setenta centímetros de grueso, lo cual supone un gran trabajo para levantar las vías, veinte ó más veces, en un terraplén de 14 metros de cota.

El segundo informe, suscrito por Mr. Genare, se refiere á trabajos hechos en Bélgica para conseguir hacer impermeable el cuenco del Canal del Centro. El tercero, presentado por Mr. Lefebre, estudia igual problema en el Canal de Charleroi á Bruselas. En el del Centro las filtraciones eran, en general, debidas á la mala calidad de los terrenos atravesados y en el de Charleroi la causa determinante, fué haber aumentado la profundidad del canal. En ambos casos á la dificultad que presentan obras de este género, se unía tener que hacerlas en canales que tienen un tráfico muy activo, el cual debía continuar con las menores interrupciones posibles. En ambos han dado buen resultado el recubrir el fondo del canal con capas de hormigón, en los tramos en que no pudieron atajarse las filtraciones por otros procedimientos. En el canal del centro el espesor de la capa fué de 0^m,18 de hormigón y 0^m,02 de mortero, ó sea 0^m,20 en total; aunque por razón de economía, este espesor se ha hecho en algunos casos descender hasta 0^m,10. Mr. Genard, y casi todos los especialistas, están conformes en que ese grueso es insuficiente.

El informe de Mr. Melotte se refiere á los trabajos hechos para evitar las filtraciones que se presentaban en los taludes del canal de Maestricht á Bois-le-Duc; este es, á la vez, vía navegable y canal de riego, teniendo bajo ambos puntos de vista gran importancia, sirviendo, además, de canal de alimentación á otros situados aguas abajo de Maestricht. La longitud total de esta red es de 400 kilómetros, de los cuales 250 están en Bélgica y 150 en Holanda. La superficie regada es de 2.200 hectáreas. Por estos datos, y teniendo además en cuenta que la navegación pide aumento de calado y los ribereños solicitan cada día más agua para riego, se comprenderá la importancia de reducir á un minimum las pérdidas por filtraciones que en los tramos, en que son importantes, y el nivel de

(1) Véase el número anterior.

(2) Un florin equivale á 2,50 pesetas.

flotación es superior á los terrenos próximos, dan lugar á reclamaciones, de modo que hay doble interés en evitarlas. Como se ha dicho, se trataba de hacer impermeables los costados y de defender los taludes contra la corrosión de las aguas, siempre en aumento, por la mayor velocidad que alcanzan los vapores, que en muchos casos llega á 250 metros por minuto. Se han conseguido ambos objetos revistiendo los taludes con una capa de mampostería hidráulica de 0^m,35 que, á su vez, se sentaba sobre una ton-

gada de grava limpia de 0^m,20. Este sistema tiene el inconveniente de hacer preciso un descenso de 1^m,60, ó algo más, en el nivel del agua y, por consiguiente, hay que interrumpir la navegación, cosa que cada vez causa mayores perjuicios, pues el tráfico del canal, que era de 530.000 toneladas en 1880, ha llegado á 1.116.000 en 1897.

Para evitarlos, se han empleado dos medios de consolidación que pueden ejecutarse conservando el nivel normal del plano de flotación. El uno consiste en un revesti-

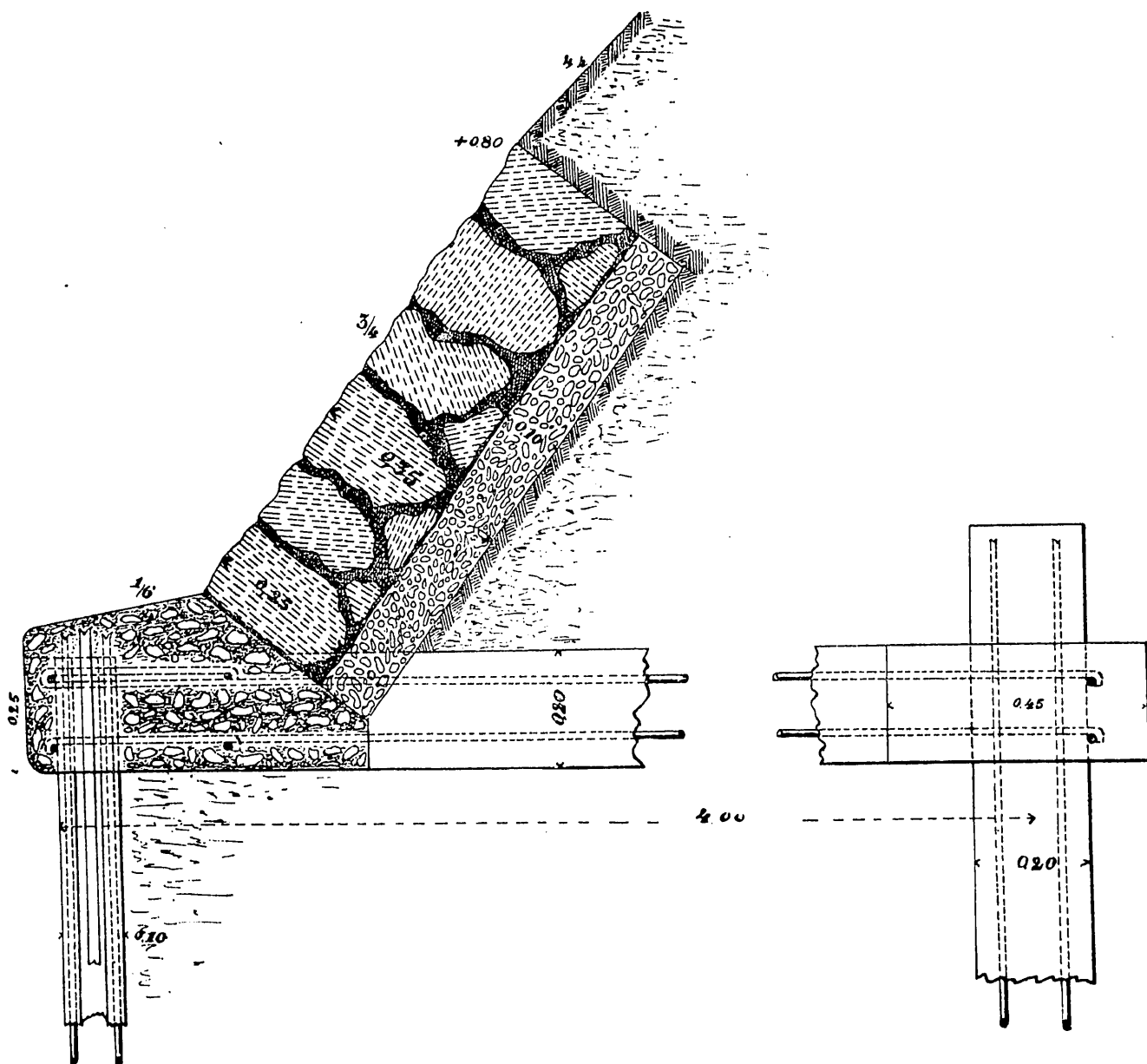
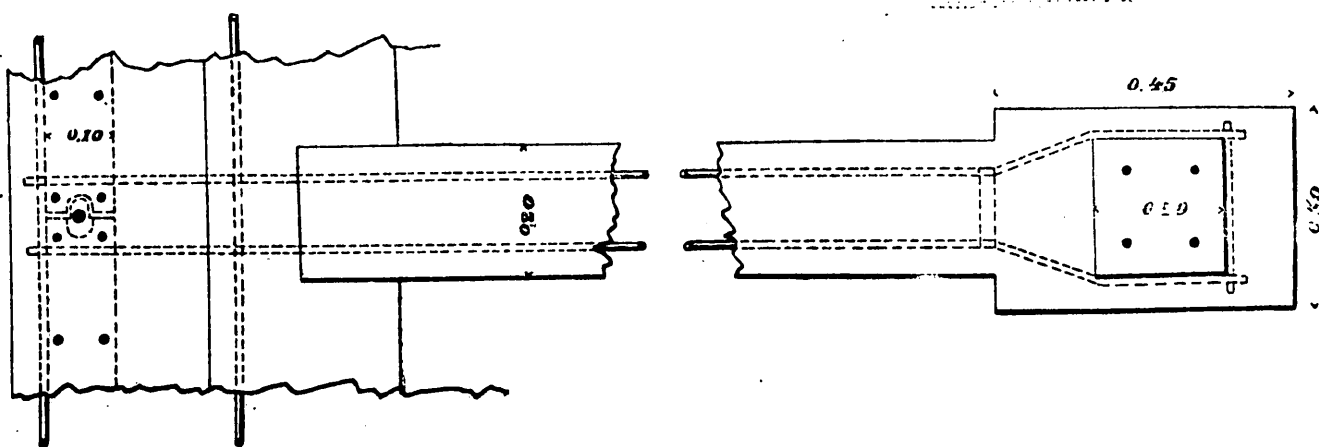


Fig. 1.^a - Corte transversal.



miento de pilotes y tablestacas, por detrás de las cuales se echa una capa de hormigón hidráulico. Sobre éste se apoya la mampostería de defensa de la parte superior del talud. Toda esta obra es de la forma y materiales corrientes, y sólo la mencionamos para hacer constar que el precio por metro lineal es de 34 francos; sin creosotar la madera, y aunque ésta conservándola constantemente sumergida ha de durar mucho tiempo, no puede esperarse que tenga los caracteres de una obra de fábrica. Por esto consideramos muy interesante la aplicación del cemento armado para este género de obra. Está constituida, como en el caso anterior, por pilotes y tablestacas, sólo que unos y otras son de cemento armado. Las primeras son de 3^m,00 de largo por 0^m,35 de ancho y 0^m,10 de grueso, hechas con cemento de portland de fraguado lento, en el cual están embebidos seis hierros redondos de 0^m,01 de diámetro; llevan, además, ranuras semicilíndricas, con un resalto de 0^m,15 que sirve para formar una especie de ensamblaje. La punta está protegida por un azuche de hierro, como de costumbre. Para hincarlas se emplea, bien el procedimiento del agua comprimida, bien el ordinario de martinete. En este caso se adoptan algunas precauciones para no destrozar las cabezas con los golpes de maza. Con este objeto se usa un capacete ó capitel, de acero, cuya parte inferior se rellena con un poco de arcilla contenida por una filástica, como se hace en los enchufes de brida y cordón de las cañerías de agua, y en la parte superior se rellena de arena el hueco que queda entre el capitel y la tablestaca; para esto lleva el primero un orificio. La arena sirve de almohadilla para repartir uniformemente el choque del martinete, con lo cual el hormigón puede resistirlos sin descomponerse. Las tablestacas se hacen en un taller especial, dejándolas el tiempo suficiente para su completo fraguado.

En la parte superior existe una carrera, también de cemento armado, que se construye en el sitio y que liga entre sí todas las tablestacas. Los pilotes, en vez de ir como de ordinario, por el frente de las tablestacas, están situados en la parte posterior, á cuatro metros de distancia del paramento y ligados á la carrera por medio de unas vigas de cemento armado. Tanto los pilotes, como las vigas que sirven de tirantes, son piezas de 0^m,20 de escuadria. Estas vigas llevan en la parte posterior un ensanche para dejar el hueco de 0^m,20 en cuadro, por donde ha de pasar el pilote. El todo forma un sistema rígido y elástico á la vez, de una gran resistencia, y además impermeable en el paramento, porque las ranuras que quedan entre las tablestacas se rellenan con lechada de cemento, que sirve para constituir una especie de lengüeta que las une perfectamente. El sistema parece que ha respondido muy bien á todas las condiciones exigidas, y como el precio por metro de canal es sólo de 45 francos, no cabe duda que, en definitiva, ha de resultar más barato que la obra de madera. Es una nueva aplicación del cemento armado, que demuestra que las piezas de este material pueden soportar, sin descomponerse, la acción del choque, pues aun con las precauciones indicadas para repartir uniformemente la presión, no deja de ser un esfuerzo, casi instantáneo, que exige gran elasticidad en el material que ha de sufrirlo.

Su aplicación es tanto más útil cuanto que, no sólo puede emplearse en el caso de las márgenes de un canal, sino que de igual modo pueden hacerse de hormigón ar-

mado recintos para fundaciones, pues aun cuando en ellas no es tan esencial la duración como en la obra permanente de un canal, podrá haber muchos casos en que el precio no sea superior al recinto de tablestacas y pilotes de madera.

La fig. 1.^a indica el modo de hacer el revestimiento del talud de un canal, apoyando la mampostería sobre la carrera de cemento armado, y al mismo tiempo presenta en proyección el tablestacado y parte de un pilote y tirante de sujeción. En la fig. 2.^a se ven en planta las mismas piezas citadas de hormigón armado, y la fig. 3.^a represen-

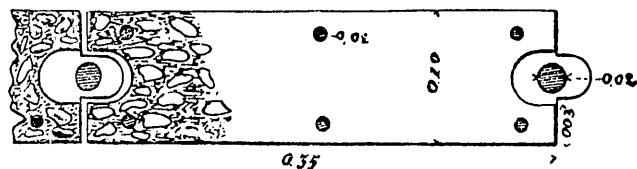


Fig. 3.^a—Corte horizontal de la tablestaca.

ta en corte y proyección una tablestaca con los ensamblajes de las dos adyacentes.

(Se continuará.)

FERNANDO G. ARENAL.

CÁLCULO RÁPIDO DE LOS HIERROS CORRIENTES EN DOBLE T

En muchos casos, como cuando se trata, por ejemplo, de elegir entre dos composiciones distintas de la viguería de un piso, puede ser muy conveniente tener un procedimiento rápido para calcular con alguna aproximación sin consultar los catálogos de las diversas fábricas, las dimensiones y pesos de las piezas corrientes que se han de emplear para resistir esfuerzos dados.

Muchas casas parecen no tener ninguna ley fija para establecer los perfiles empleados en su fabricación ordinaria. Otras, entre ellas muchas alemanas, determinan todas las dimensiones en función rectilínea de la altura del alma. Para el fin que me propongo hay que empezar por escoger un perfil tipo, con proporciones tales, que siempre se encuentren en el comercio otros muy análogos y permitan deducir una fórmula final sencilla para el área y para el módulo de resistencia.

Para mi uso me he decidido por

$$\frac{h}{\frac{1}{20}h} \quad \frac{\frac{1}{2}h}{\frac{1}{15}h}$$

No pretendo que no haya otras que respondan mejor al programa; pero si estas proporciones no son las mejores, son lo suficientemente buenas para el caso.

El momento de inercia, contando sólo las cabezas, es

$$I = \frac{h}{2} \frac{4^3 - \left(\frac{13}{15}h\right)^3}{12} = 0,00146 h^4,$$

ó más sencillamente, 0,0015 h⁴.

El módulo de resistencia es $\frac{I}{V} = 0,03 h^3$, fórmula facilísima de retener en la memoria.